جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شیمی مدرن

ترجمه : احمد رضا قلی زاده

نویسندگان :

کلارک متکالف

جان ای . ویلیامز

جوزف اف . کاستکا

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

ساختمان اتم :

مدت ¾ قرن دانشمندان مشغول جمع آوری اطلاعات درباره ساختمان اتم بودند . مقداری از این معلومات از بررسی خواص اجسام رادیو اکتیو مانند اوارنیم حاصل شده بود . دستگاههای پرشتاب کننده ذره ها , در طیف نگار جرمی و دستگاههای اشعه X و طیف نماها و مقدار زیادی دستگاههای الکترونی دیگر , اطلاعات بیشتری به دانشمندان دادند , و با مجموعه آنها تئوری قابل فهم ساختمان اتمی عناصر را , بسط دادند .

همانطور که در §۳ از بخش یکم دیدیم این تئوری شامل توضیح مطلب مهم و قابل ملاحظه ای است که بوسیله یک مدل مطابق خواص معلوم عناصر بیان می شود .

این مدل ساختملن اتمی , در درس بعد از این بخش و نیز در بخش چهارم بیان خواهد شد . شما همینطور که می خوانید متوجه باشید که این توضیحات بر مبنای بهترین توجیه حاصل از آزمایشهائی است که درباره ساختمان اتم بعمل آمده است . ممکن است در صورت لزوم آزمایشهای بیشتری درباره تحقیق مدل اتمی عناصر بعمل آید .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

در زمان حاضر دانشمندان مشخص کرده اند که اتمها , ذره های ساده غیر قابل تقسیم نیستند بلکه از چند جزء خیلی کوچکتر که بطور مفصلتری مرتب شده اند تشکیل شده اند .

یک اتم از دو قسمت اصلی تشکیل شده است . **قسمت مرکزی که دارای بار الکتریکی مثبت است و به هسته موسوم است** . هسته بسیار کوچک و نسبتا سنگین است قطر هسته در حدود 10^{-13} سانتیمتر است . واحد مناسب تر برای بیان قطر اتم , آنگستروم A^{o} است **و یک آنگستروم برابر 10^{-8} سانتیمتر است** . یعنی $1\ A^{o}$ بهمان نسبت از $1\ cm$ کوچکتر است که $1cm$ از ۱۰۰۰ کیلومتر کوچکتر می باشد . پس قطر هسته در حدود $10^{-5}\ A^{o}$ می شود و در حدود یک صد هزارم قطر اتم است . سعنی اتم در حدود ۱ تا ۵ آنگسترم قطر دارد . ریزه های بسیار کوچک با بارالکتریسیته منقیس و بنام اکترون دور هسته در نواحی بنام **لایه ها** یا **سطحهای انرژی** حرکت می کنند در حدود سال ۱۹۱۳ **نیل بهر** دانشمند دانمارکی (۱۸۵۵ تا ۱۹۶۲) حرکت الکترونها بدوهسته را با حرکت سیارات منظومه شمسی بدور خورشید مقایسه کرد . هر چند امروزه بعقیده دانشمندان فیزیک و شیمی , مسیر حرکت الکترونها بدور هسته, مانند مدار سیارات مشخص و معلوم نیست و باید حرکت الکترونها را با حرکت نامنظم زنبوران

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

عسل بدور کندویشان تشبیه کنیم . زیرا الکترونها گاهی به هسته نزدیک و گاهی از آن دور می شوند . پس باید فضای خالی نسبتا بزرگی را دور هسته اشغال کنند . بنابراین می گوئیم یک ابر الکترونی دور هسته , تشکیل می دهند که به اتم حجم می دهد و اتمهای دیکر را طرد می کنند .

هر اتمی از نظر الکتریکی خنثی است زیرا بارالکتریکی مثبت هسته برابر بار الکتریکی منفی الکترونهای لایه ها یا سطوح انرژی است .

اتم هیدروژن :

معروفترین نوع هیدروژن گاهی بنام **پروتیوم** خوانده می شود . و دارای هسته ای شامل یک پروتون است و یک الکترون دور این هسته در گردش است . این الکترون در داخلی ترین لایه , یا کمترین سطح انرژی که یک الکترون می تواند داشته باشد , حرکت می کند . این لایه یا سطح انرژی , **لایه K یا اولین سطح انرژی** نام دارد . برای آنکه اندازه ها و فاصله های بین اجزاء اتم پروتیم بهتر فهمیده شود . هسته (یک پروتون) را باندازه ته یک سنجاق ۰/۲۵ سانتیمتر نشان می دهیم . باین مقیاس الکترون که کمی از آن پروتون بزرگتر است , باید دور هسته و بفاصله ای که بطور متوسط حدود

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

۱۲ متر باشد , یعنی در کره ای باین شعاع حرکت کند . این الکترون با سرعت دور هسته می چرخد و عملا چنین فضائی را اشغال می کند .

عدد اتمی یک اتم , برابر عده پروتونهای هسته آنست . یک عنصر شامل اتمهایی است که همه آنها دارای یک عده مساوی پروتون در هسته شان می باشند . بنابراین همه شان دارای همان عدد اتمی هستند (تمام اتمهای طبیعی که برانگیخته نشده و خنثی هستند , دارای یک آرایش الکترونی مساوی دور هشته شان هستند .) عنصر هیدروژن شامل اتمهائی است که در هسته شان یک پروتون دارند . بنابراین عدد اتمی آنها برابر ۱ است . هر اتمی که دارای عدد اتمی ۱ باشد دارای یک پروتون در هسته اش خواهد بود و اتم هیدروژن است .

علاوه بر پروتیوم که ۹۹/۹۸۵ درصد در هیدروژن طبیعی وجود دارد و نوع دیگر از هیدروژن می شناسیم که یکی ازآنها دوتریوم است که به نسبت ۱۵٪ ۰/۰ در هیدروژن طبیعی موجود است و هسته آن دارای یک پروتون و یک نوترون است و یک الکترون در خارج از هسته آن حرکت می کند . نوع سوم هیدروژن , **تری تیم** است که خاصیت رادیواکتیوی دارد و مقدار آن در طبیعت بسیار کم است .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

ولی مصنوعا باواکنش های هسته ای ساخته می شود . هسته تری تیم دارای یک پروتون و دو نوترون است و یک الکترون دور آن در گردش است .

این سه قسم اتم همه اتم هیدروژن هستند زیرا هسته آنها یک پروتون دارد و عدد اتمی آنها در هر حال برابر ۱ است . با وجود این چون عده نوترونهای هسته آنها مختلف است , جرم این اتمها متفاوت است .

اتمهای یک عنصر که دارای جرمهای مختلف هستند ایزوتوپ یعنی همخانه نامیده می شوند .

بیشتر عناصر داری دو یا چند شکل ایزوتوپ هستند که ممکن است طبیعی باشند یا بطور مصنوعی تهیه شوند . با وجود آنکه ایزوتوپهای عناصر داری جرم مختلف هستند در خواص شیمیائی تفاوت زیادی ندارند .

هر یک از اقسام مختلف اتم که بوسیله ترکیب هسته هایش مشخص می شود نو کلید می نامند .

و نو کلیدهائی که دارای عدد اتمی مساوی باشند ایزوتوپ نامیده می شوند سه نوع ایزوتوپ هیدرژن نو کلیدهای پروتیم و دوتریم و تریتیم هستند .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

علاوه برنامهائی که به نو کلیدهای هیدرژن داده شده است می توان آنها را بوسیله عدد جرمی شان مشخص ساخت و **عدد جرمی** یک اتم برابر حاصل جمع پروتونها و نوترونهای هسته آن است .

عدد جرمی پروتیم ۱ است (۱ پروتون + ۰ نوترون) در صورتیکه در هسته دو تریم برابر۲ است (۱ پروتون + ۱ نوترون) و در تریتیم ۳ است (۱ پروتون + ۲ نوترون) . گاهی این ایزوتوپها را با اسم هیدرژن ی۱ و هیدرژن ۲ و هیدرژن ۳ مشخص می کنند .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

قانون تناوبی بودن خواص عناصر

۱_ جدول تناوبی مندلیف :

اگر قرار شود , خواص ۱۰۴ عنصر شیمیائی را برای کسب معلومات مختصری هم که باشد , در دانش شیمی بررسی کنیم , کار و تکلیف مشکلی در پیش خواهیم داشت , اما اگر بعضی از عناصر خواص شبیه هم داشته باشند و بتوانیم آنها را با هم طبقه بندی کنیم , بخاطر سپردن خواص مشخص کننده هر طبقه زیاد مشکل نخواهد بود , حتی ممکن است بعضی تغییر ها را در خواص افراد هر طبقه بخاطر بسپاریم . مخصوصا اگر این تغییرات بطور منظمی صورت گیرد . در طول اواخر قرن هیجدهم و اوایل قرن نوزدهم , شیمی دانان بعضی اجسام را بعنوان عنصر شیمیائی مشخص کردند بعلاوه نشان داند که شباهتهائی بین خواص بعضی عناصر موجود است . از جمله کشف کردند که سدیم و پتاسیم فلزهای نقره فام نرمی هستند و دریافتند که کلسیم و باریم و استرونسیم فلزی را براههای شیمیائی مشابهی همانندی تشکیل می دهند ؛ و کلروبرم و ید عناصر غیر فلزی رنگین هستند . اما این قبیل کشفیات

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پراکنده برای طبقه بندی تمام عناصر معلوم در یک دستگاه واحد , زیاد مفید و امید بخش نبود .

۲_ اولین کوششها برای طبقه بندی عناصر :

در حدود سال ۱۸۰۰ شیمی دانان تعیین وزن اتمی دقیق بعضی عناصر را شروع کردند و بزودی کوششهائی برای طبقه بندی عناصر براین مبنی بعمل آمد . در سال ۱۸۱۷ **یوهان ولفگانگ دوبرینر** (۱۸٤۹ _ ۱۷۸۰) ملاحظه کرد که وزن اتمی استرونسیم تقریبا برابر نصف مجموع وزن اتمی ها ی کلسیم و باریم است . و نیز بعدها مشاهده رد که وزن اتمی برم میانگین وزن اتمی های کلروید است .همنیطور وزن اتمی سلنیم با متوسط وطن اتمی های گوگرد و تلوریم تفاوت چندانی نداشت . دوبرینر این دسته ها را ۳ تائی یا **تریاد** نامید .

در سال ۱۸٦٤ **جهن نیولاند** (۱۸۹۸ _ ۱۸۳۸) تمام عناصر معلوم آنزمان را بترتیب وزن اتمی شان مرتب کرد و بعد آنها را بدسته هائی که هر یک دارای هفت عنصر بود تقسیم کرد نیولاندابن تقسیم را باین مناسبت انجام داد که عنصر هشتم بنظر او دارای خواص شیمیائی نظیر عنصر اول دسته قبل بود . آنوقت این عنصر را اول دسته دوم قرار داد و سعی کرد که بهمکارانش

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بقبولاند که قانون هشت تائی او مقید است ولی آنان در کمال ساده دلی باین فکر خندیدند .

لتارمیر (۱۸۹۵ _ ۱۸۳۰) نیز جدولی برای طبقه بندی عناصر مطابق وزن اتمی آنها تنظیم کرد .

موزلی عدد اتمی عناصر را تعیین کرد : در حدود ۴۵ سال بعد از کار مندلیف درباره جدول تناوبی عناصر , کشف مهم دیگری بعمل آمد که به حل مسئله طبقه بندی عناصر کومک کرد . در بخش سوم بیان کردیم که عدد اتمی یک عنصر , عده و پروتونهای هسته را تعیین می کند **هنری گوین جفری موزلی** (۱۹۱۵ _ ۱۷۸۷) دانشمند برگزیده جوان انگلیسی از اشعه X برای تعیین عدد اتمی عناصر استفاده کرد .

شعاعهای x تشعشعات الکترو مغناطیسی با تواتر زیاد و طول موج کوتاه هستند . اشعه x در این لوله ها با جنس فلزی که هدف قرار گرفته بستگی دارد . بنابراین فلزهای مختلف از آلومینیم تا طلا را که جرم اتمی آنها بترتیب زیاد می شود هدف قرار داد و مشاهده کرد که : هر چه پروتونهای هسته اتم فلز بیشتر باشد طول موج شعاع x هدف قرار گیرد , کمتر خواهد بود .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

موزلی دریافت که در بعضی موارد یک تغییر غیر عادی در طول موج اشعه بین دو عنصر متوالی پیش می آید . این تغییر دو برابر مقدار محاسبه شده بود . موزلی نتیجه گرفت که د راین موارد یک عنصر از جدول تناوبی کم است . بعدها چندین عنصر کشف شد و خانه های خالی که موزلی تعیین کرده بود پرشد .

قانون تناوب : وقتی عناصر را در یک جدول تناوبی بجای ترتیب جرم اتمی صعودی , بترتیب عدد اتمی آنها مرتب کنیم , مسائلی که در تنظیم جدول پیش آمده بود خود _ بخود برطرف می شود . وقتی جدول را بترتیب جرم اتمی صعودی مرتب کنیم پتاسیم قبل از آرگن قرار می گیرد . در صورتیکه اگر مطابق خواص شیمیائی شان در جدول مرتب کنیم پتاسیم بعد از آرگن واقع می شود و اینمطلب با عدد اتمی ۱۸ برای آرگن و ۱۹ برای پتاسیم مطابقت دارد . همین طور است در مورد تلوریم ۵۲ وید ۵۳ .

همنطور که در (۱ §) دیدیم مندلیف اینطور نتیجه گرفت که **خواص فیزیکی و شیمیائی عناصر تابع تناوبی وزن اتمی آنها است** . امروزه کاملا واضح است که عدد اتمی بهتر ترتیب تنظیم جدول تناوبی را می دهد و نتیجه تحقیقات مندلیف امروزه بشرح زیر ولی بنام **قانون تناوبی** بیان

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

می شـود : **خواص فیزیکی و شیمیائی عنصرها تابع تناوبی عدد اتمی آنهـا هستند** . بعبارت دیگر وقتی عناصـر را بـه ترتیـب عـدد اتمیشـان مرتـب کنـیم خواص آنها در فواصل معینی تکرار می شود .

تنظیم جدول تناوبی مدرن: مراجعه مکرر باین جدول وقتی ایـن درس را مـی خوانید به شما در فهمیدن و یادگرفتن جدول کمک خواهد کرد . هـر عنصـر در این جدول جای مخصوص و معینی دارد . در میان هر خانه علامت اختصـاری یک عنصر نوشته شده و بالای علامت اختصاری جـرم اتمـی و پـائین آن عـدد اتمی دیده می شود . طرف راست هر علامت اختصاری اعـدادی مـی بینیـد کـه عده الکترونهای هر لایه را نشان می دهد . عناصری که در یک خط قرار دارنـد , **عناصر یک نوبت** یا **سری** و عناصر یک خط عمودی را **گروه** یـا **سـتون** یـا **خانواد ه** می نامند .

عدد اتمی هیدرژن ۱ است و این عنصر بتنهائی بالا و بیرون جدول قـرار دارد . زیرا دارای چند خاصیت منحصـر بخـود او اسـت , د رحقیقـت , هیـدروژن در ستون اول سمت چپ جای دارد . زیرا مدار خارجی آن مانند دیگر عناصر ایـن ستون دارای یک الکترون است .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

هلیم با عدد اتمی ۲ بالای ستون آخر سمت راست قرار دارد و ساده ترین عنصر این ستون است که به گازهای نجیب اختصاص دارد . دقت کنید که هلیم دوالکترون در لایه k دارد و این لایه با ۲ الکترون کامل می شود . هیدروژن و هلیم نوبت اول عناصر را تشکیل می دهند .

نوبت دوم شامل هشت عنصر است . **لیتیم** یک فلز نرم و نقره فام است . فلز تند اثری است که اتم آن دارای یک الکترون در مدار خارجی L است . **بریلیم** فلزی است نقره فام ولی کم اثر از لیتیم , که اتم آن دارای ۲ الکترون در لایه L است . **برون** یا **بر** یک جسم جامد سیاه زنگ با کمی خاصیت فلزی است و اتمهای آن دارای ۳ الکترون در لایه L هستند . **کربن** عنصر جامدی است با خواص شیمیائی جالب و مخصوص که بین خواص فلزها و غیر فلزها است و چها ر الکترون در لایه L دارد . **نیتروژن** گازیست بی رنگ با خواص غیر فلزی که ۵ الکترون در لایه دارد . **اکسیژن** گازیست بی رنگ با خواص غیر فلزی که ۵ اکترون در لایه L دارد . **فلوئور** گاریست زرد کمرنگ با خاصیت غیر فلزی بسیار شدید و ۷ الکترون در لایه L و **نئون** گازی بیرنگ و کم اثر با ۸ الکترون در لایه خارجیL دارد .

در این شرح مختصر از خواص این عناصر , باید دقت شود که تبرتیب از یک فلز تند اثر شروع شده و بیک غیر فلز تند اثرر و یک عنصر بی اثر خاتمه می

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

یابد . این تغییر خاصیت فلز تند اثر بغیر فلز با تغییر عده اکترونهـای لایـه L از ۱ تا ۷ همراه است و نئون عنصر بی اثر دارای ۱۸ الکترون یک اکتـه در لایـه L است .

نوبت سوم هم شامل هفت عنصر است : **سدیم** فلـزی اسـت نفـره فـام و نـرم , مانند لیتیم با یک الکترون در لایه M و **منیزیم** فلز نقـره فـام و خـواص شـبیه بریلیم بادو الکترون در لایه M اسـت **آلومینیم** فلـز خاکسـتری رنـگ بـا کمـی خاصیت غیر فلزی و ۳ الکترون در لایه M . **سیلیسیم** غیر فلـز تیـره رنـگ بـا خواصی شبیه کربن و ٤ الکترون در لایه M است . **فسـفر** غیـر فلـز جامـد کـه ترکیباتی شبیه ترکیبات نیتروژن و ٥ الکتـرون در لایـه M دارد . **گـوگرد** غیـر فلزی است جامد برنگ زرد با ٦ الکترون در لایه M و **کلر** عنصر گـازی شـکل برنگ سبز مایل بزرد با خاصیت غیـر فلـزی شـدید شـبیه خـواص فلوئـورو ۷ الکترون در لایه M . واپسین آنها **آرگن** گاز بیرنگ کم اثر با ۸ الکترون در لایـه M است .

دوباره عناصر با خواص فلز تند اثر تا غیر فز تند اثر مرتب مـی شـوند و عـده اکترونها از ۱ تا ۷ مرتبا زیاد می شود و عنصر گازی شکل کم اثر با ۸ اکترون که تشکیل اکته می دهد یک گاز نجیب است .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

دقت کنید عناصری که دارای خواص مشابه هستند ساختمان الکترونی مدار خارجی شان کاملا یکسان است و در یک ستون یا گروه از جدول تناوبی قرار دارند .

در گروه I جدول تناوبی , خانواده سدیم , با ٦ عنصر فلزی بسیار تند اثر و شبیه بهم با خواص فلزی شدید شونده , جای دارد . اتمهای آنها همه دارای یک الکترون در لایه خارجی هستند . **فرانسیم** مفصل ترین اتم گروه سدیم است و محل آن در جدول تناوبی نشان می دهد که باید تند اثر ترین این عناصر رادیم است .

گروه II شامل ٦ فلز تند اثر است که از نظر خواص شیمیائی خیلی شبیه هم هستند و اتم هر یک از آنها دارای ۲ الکترون در لایه خارجی است و بخانواده کلسیم موسومند . از نظر شیمیائی تند اثر ترین این عناصر **رادیم** است .

خواص عناصر گروه III (گروه **بر**) هر چه اتمها مفصل تر می شود , از غیر فلزی به فلزی تغییر می کند . اتمهای این گروه دارای ۳ الکترون در لایه خارجی هستند .

عناصر گروه IV (گروه کربن) بهمین طریق تغییر می کنند و اتمهای آنها دارای ٤ الکترون در لایه خارجی است . اتمهای هر دو گروه دارای لایه های داخلی بسیار با ثبات هستند .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

گروه V (گروه نیتروژن) است . **نیتروژن و فسفر** عناصر بالای این گروه غیر فلزی هستند . عنصر بیسموت در انتهای ستون , فلزی است . ارسنیک و انتیمون خواص فلزی و غیر فلزی هردورانشان می دهند . هر یک از این اتمها دارای ۵ الکتروه در لایه خارجی است و لایه های داخلی آنها خیلی باثبات است .

گروه VI گروه اکسیژن است و هر چه ساختمان اتمی آنها مفصل تر می شود خواصشان از غیر فلز تند اثر تافلز تغییر می کند . هر عنصر دارای ٦ الکترون در لایه خارجی است و لایه های داخلی آنها خیلی باثبات هستند .

عناصر گروه VII **هالوژن** نام دارند و غیر فلزی های تند اثری هستند که اتم هر یک از آنها دارای هفت الکترون در لایه خارجی است . و لایه های داخلی آنها خیلی باثبات هستند تند اثرترین هالوژنها ساده ترین آنها , فلوئور است . بنابراین می بینیم که فعالیت عناصر مرتبا از فعالترین فلزها در پائین و گوشه چپ جدول تناوبی عناصر تا فعالترین غیر فلزها در بالا و گوشه راست تغییر می کند .

گروه VIII گازهای نجیب هستند که باستثنای هلیم که ۲ الکترون در لایه خارجی دارد همه اتمهای این عناصر دارای ۸ الکترون یعنی یک **اکتـه** در لایه خارجی هستند و این بزرگترین مقدار الکترونها در یک لایه خارجی است . این

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

عناصر معمولا کم اثر هستند و تا چندسال قبل آنها را بی اثر می دانستند . حالا چند ترکیب شیمیائی از آنها یعنی از کریپتن و گزنن و رادون تهیه شده است .

نوبت چهارم عناصر , اولین نوبت طویل را تشکیل می دهد و علاوه بر هشت عنصر , در گروههای I تا VIII , دارای ۱۰ عنصر واسطه هستند . این عناصر همه فلزی و دارای یک یا دو الکترون در لایه خارجی هستند و الکترونهای متوالی معمولا در گروه ٥ اربی تال فضائی لایه های فرعی ۳ d وارد می شوند .

نوبت پنجم عناصر هم , شامل هیجده عنصر است و دارای ده عنصر انتقالی است که در آنها الکترونهای متوالی در گروه ٥ اربی تال فضائی لایه های فرعی ٤ d وارد می شوند و تمام این عناصر انتقالی هم فلزی هستند .

نوبت ششم شامل سی و دو عنصر است . یعنی علاوه بر عناصر I تا VIII و ۱۰ عنصر انتقالی دارای گروه ۱٤ تائی **عناصر خاکی کمیاب** می باشد . خواص شیمیائی این عناصر با هم شباهت زیاد دارند و آنها را سری **لانتان مانندها** می خوانند . دو لایه خارجی اتمهای این عناصر همه یکسان هستند .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

الکترونهای متوالی در گروه ۷ اربی تال فضائی لایه هـای فرعـی f ٤ وارد مـی شوند و باینطریق عده الکترونهای در چهارمین سطح انـرژی از ۱۸ بـه ۳۲ مـی رسد .

نوبت هفتم عناصر تا بحال ناقص است ولی کاملا با نوبت ششم شـباهت دارد . عناصر خاکهای کمیاب این نوبت سری **آکتینیم مانندها** نامیده می شوند . تـا بحال ۱۸ عنصر از نوبت هفتم جدول تنـاوبی شـناخته شـده و خـواص آنهـا از طرف مجمع بین المللی دانشمندان شیمی گزارش شده است .

در جدول تناوبی , عناصر را بدسته های فلز و غیرفلز و گازهای نجیب تقسـیم کرده اند . خطی که فلزها را از غیر لفزها جدا می کند بشکل خط شکسته (زیک زاک) است که بشکل قطر از بالا بپـائین و بطـرف راسـت کشـیده شـده اسـت عناصری که نزدیک این خط شکسته قررا دارند **به شبه فلز** موسومند اسـت و خواص فلزی و غیرفلزی هر دورا در شرایط مختلف نشان می دهند .

اندازه اتمها _ یک خاصیت تناوبی _ در بخش سوم نشان دادیم کـه یـک اتـم شامل یک هسته مرکزی و یک مقدار الکترون است که دور هسته می چرخنـد . چون قطر هسته در حدود یک , یکصد هـزارم قطـر تمـام اتـم اسـت مـی تـوان بیشتر حجم اتم را مربوط بحرکت مفصل الکترونها دانسـت . الکترونهـا در اثـر حرکتشان و نیز در اثر بارالکتریسیته منفی کـه دارنـد , عمـلا فضـای پیرامـون

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

هسته اشغال می کنند و تشکیل ابر الکترونی کروی شکل می دهند که باتم حجم می دهند و اتمهای دیگر را دور نگاه می دارد . حجم یک اتم مقدار کاملا معینی نیست , زیرا اطراف یک ابر الکترونی سطوح مشخصی ندارد و بنوعی غیر مشخص و نامعین است . یک اتم ممکن است در ترکیب با یک اتم دیگر باسانی تغییر شکل بدهد اما نیروی بسیار زیادی لازم است , تا بتوانیم آنها را بمقدار قابل ملاحظه ای فشرده و متراکم کنیم . باوجود این دانشمندان توانسته اند فاصله بین هسته های دو اتم متصل بهم را در بلورهای عناصر و در مولکولهای عناصر گازی شکل اندازه بگیرند . نصف این فاصله ها را با تصحیح مختصری برابر شعاع یک اتم می گیرند . شعاع یک اتم و بنابراین حجم آن , آنطور که ممکن است ما بمناسبت زیاد شدن مرتب عده الکترونها در عناصر متوالی , انتظار داشته باشیم ؛ با عدد اتمی مرتبا زیاد نمی شود . در جدول تناوبی شعاع اتمها که یک جدول تناوبی کوچک است , در هر ستون از بالا بپائین زیاد می شود و در هر نوبت از چپ براست کاسته می گردد . در این جدول عدد اتمی عناصر زیر علامت اختصاری ثبت شده است و شعاع اتمی بحسب انگسترم A^{o} بالای علامت اختصاری قرار دارد . از این جدول و منحنی زیر دو نتیجه درباره رابطه بین شعاع اتمی عناصر و محل آنها در جدول تناوبی عاید می گردد :

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

۱ _ در گروهها یا ستونهای جدول تناوبی , بطور کلی شعاع اتمی عناصر با عدد اتمی مرتبا زیاد می شود . هر عنصر در یک ستون از جدول تناوبی از عنصر بالاترش یک سطح انرژی بیشتر دارد . گرچه هر قدر بار هسته زیاد می شود , می کوشد شعاع لایه های الکترونی را کمتر کند و آنها راکتراکم تر سازد , بازهم زیاد شدن یک لایه بیشتر از این مقدار تراکم اثر دارد .

۲_ در هر نوبت یا سری شعاع اتمی عموما از گروه I تاگروه VII مرتبا کم می شود . این کم شده عمومی شعاع اتمی در طول یک نوبت , مربوط به زیاد شدن نیروی جاذبه هسته ها برای الکترونهای همان سطح انرژی است , که در نتیجه آنها را بطرف هسته جذب می کند . دلیل نامنظم بودن این تغییر هم ممکن است اثر بزرگ شدن سطح انرژی ها و زیاد شدن اثر نیروی دافعه الکترونها هنگامی که در یک لایه فرعی وارد می شوند , باشد .

پیوند یونی (الکتروولانس) :

در تشکیل یک جسم مرکب بطریقه پیوند یونی , الکترون از مدار خارجی یک اتم بمدار خارجی اتم دوم منتقل می شود . و در این را معمولا هر دو اتم به مدار خارجی با هشت الکترون می رسند . مثلا وقتی سدیم و کلر بهر هم اثر می کنند و تشکیل کلرید سدیم می دهند , الکترون منفرد S ۳ از اتم سدیم به

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

اربی تال منفرد ۳p از اتم کلر منتقل می شود . اکنون اتم سدیم یک الکترون کم دارد و بشکل آرایش اکترونی باثبات نئون در می آید و نیز اتم کلر با یک الکترون اضافی بوضع آرایش الکترونی باثبات آرگن می رسد . چون تنها یک اتم از هر عنصر با انتقال الکترون بوضع الکترونی باثبات تر در آمده است فرمول جسم حاصل NaCl است . **یک فرمول شیمیائی یک نوع تندنویسی با علامت اختصاری عناصر است که نسبت ترکیب جسم حاصل را نشان می دهد** . اجزائی که در این عمل از انتقال یک الکترون حاصل می شوند , دیگر مانند اتمهای سدیم و کلر از نظر بارالکتریکی خنثی نیستند , بلکه **یک یون سدیم** با یک بارالکتریکی مثبت و **یک یون کلر** با یک بارالکتریسیته ساکن منفی بیشتر هستند . این یونها بصورت قرینه در بلورهای کلریدسدیم نسبت یک یون کلر سدیم و یک یون کلر مرتب شده اند .

فرمول NaCl که ترکیب کلریدسدیم را نشان می دهد , یک **فرمول تجربی** است زیرا تنها نوع اتمهای تشکیل جسم مرکب و ساده ترین عدد کامل آنها را تعیین می کند . عده پروتنها و الکترونها را د راتم و یون سدیم و کلر نشان می دهد و بارالکتروستاتیک و شعاع آنها را بحسب A^o معلوم می کند

تنها با بکاربردن سومین سطح انرژی الکترونی , علامت اختصاری سدیم بشکل الکترون نقطه , بصورت Na و برای کلر بصورت Cl نوشته می شود .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بعد از انجام عمل ترکیب , فرمول کلرید سدیم را می توان بشکل $Na^{+} . Cl^{-}$ و یا ساده تر بصورت فرمول یونی $Na^{+} Cl^{-}$ نوشت و o علامت اختصاری الکترون در فرمولاهای این فصل کتاب هستند و تنها برای نشان دادن محل اصلی الکترونها بکار می روند و چگونگی کامل شدن لایه های خارجی را نشان می دهند و تفاوت شکل آنها بدین معنی نیست که الکترونهای اتم عناصر مختلف تفاوت دارند . تمام الکترونها صرف نظر از اتمی که آنها را داده است یک شکل و یکسان هستند .

دستور نوشتن فرمولهای شیمیائی :

نوشتن فرمول بیشتر ترکیبات بیشتر ترکیبات یونی با استفاده از جدول یونها , بسیار آسان است و نیازی بساختمان اتمی و پیوند شیمیائی آنها ندارد . از فرمول کلریدسدیم شروع می کنیم که دارای یون های Na^{+} و Cl^{-} است . است وقتی فرمول یونی یک جسم مرکب نوشته می شود , **باید مجموع بارهای طرف اول (مثبت) جسم مرکب با حاصل جمع بارهای طرف دوم (منفی) مساوی و مختلف العلامه باشد . مجموع بارهای هریون برابر حاصل ضرب باریون , در عده این یونها است** . چون بارالکتریکی یک یون سدیم , بار

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بارالکتریکی یون کلرید مساوی و مختلف العلامه است . NaCl شامل یک یون از هر کدام آنها خواهد بود .

حالا به **کلریدکلسیم** می پردازیم , یون کلسیم Ca^{++} و یون کلر Cl^{-} است .

برای مساوی بودن بارهای مثبت و منفی باید دو تا Cl^{-} و یک Ca^{++} بگیریم تا ۲- و ۲+ برابر باشند پس فرمول $CaCl_2$ می شود و زیر نویس ۲ عده یونهای کلر را معلوم می کند حالا ببینیم فرمول **برمید آلومینیم** چه خواهد بود . یون آلومینیم Al^{+++} و یون برمید Br^{-} است . برای مساوی بودن بارها که باید ۳- و ۳+ شود فرمول را $AlBr^3$ می نوسیسم . البته این فرمولها تجربی است . و **ساده ترین** نسبت عددهای کامل را در جسم مرکب نشان می دهد .

دستور نوشتن فرمول اجسام مرکب دیگر :

درباره سولفات سرب (II) کار خیلی آسان است زیرا یون سرب Pb^{++} و یون سولفات SO_4- است یعنی دارای بارمساوی و مختلف العلامه هستند . پس از هریون , یکی لازم و کافی است و فرمول $PbSO_4$ می شود .

در فرمول **هیدروکسید منیزیم** Mg^{++} و هیدروکسید OH^{-} است پس باید از این یون بیش از یکی یعنی دو یون بکار ببریم و در پرانتز بگذاریم $Mg(OH)$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بدیهی است اگر پرانتز نباشد $MgOH_2$ درست نیست . زیرا اینطور معنی می دهد که بجای دو یون هیدروکسید [یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن در فرمول موجود است . شیمی دانان زیر نویس را بیرون پرانتز قرار می دهند , تا عده

مرتبه هائی که باید فرمول تکرار شود معلوم باشد , و البته **برای یک بار , رادیکال در فرمول** پرانتز لازم نیست و $K(OH)$ نمی نویسیم .

اجازه بدهید , یک فرمول دیگر یعنی ترکیبی بنام استات سرب (II) را بررسی کنیم . یون سرب

(II) Pb^{++} و یون استات $C_2H_3O_2^-$ است . پس برای یک یون سرب $C_2H_3O_2^-$ لازم خواهد بود و مطابق انچه درباره هیدروکسید منیزیم دیدیم , باید یون استات را در پرانتز بگداریم و فرمول را بصورت $Pb(C_2H_3O_2^-)_2$ و با زیر نویس ۲ بنویسیم و نشان بدهیم که دو بنیان استات با یک یون (II) Pb^{++} ترکیب شده است .

سولفات آمونیم هم دارای ۲ رادیکال NH_4^+ و SO_4^- است . برای انکه بارهای آنها مساوی و مختلف العلامه باشند NH_4 را در پرانتز قرار می دهیم و برای پرانتز زیر نویس ۲ می نویسیم .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بالاخره برای نوشتن فرمول **کربنات آهن** III می گوئیم یون آهن (III) Fe^{++} و یون کربنات CO_3^{-} است . پس برای آنکه دارای بار مساوی و مختلف العلامه شوند , باید یون آهن را بازیرنویس ۲ و یون کربنات را در پرانتز با زیرنویس ۳ بنویسیم $Fe_2(CO_3)_3$

اگر شما در آموختن شیمی تازه کار باشید , باید شکار ا از موارد استثنای زیاد که در طریفه بار یونی برای نوشتن فرمولها موجود است آگاه کنیم . از یک فرمول بیش از آنچه برای نوشتن آن لازم است اطلاعی بدست نمی آید . ممکن است شما فرمول بسیاری از اجسام مرکب را بنویسید و بعد بدانید که چنین ترکیبی اصلا وجود ندارد . در مقابل عده زیادی از اجسام مرکب می شناسیم که نمی توان فرمول آنها را بطریفه یونی نوشت .

نامگذاری اجسام مرکب از روی فرمول آنها :

برای نامگذاری عده زیادی از اجسام مرکب باید نخست نام قسمت راست فرمول جسم و بعد نام قسمت چپ را بگوئیم $BaSO_4$ را سولفات باریم بخوانیم (Ba^{++} یون باریم و SO_4^{-} رادیکال سولفات است) $FeCl_3$ را کلرید آهن (III) می نامیم . باید دانست که آهن دو درجه اکسید اسیون (II) و (III) دارد . یعنی $FeCl_3$ از یک یون Fe^{+++} با بار ۳ + و سه یون Cl^{-} با بار ۱-

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

ترکیب شده و **کلرید آهن**(III) خوانده می شود و نیز $FeCl_2$ را که یک یون Fe^{++} با بار ۲+ و دو یون Cl^- با بار ۱- دارد , **کلرید آهن** (II) می نامیم .

بکار بردن عددهای رومی برای بیان عدد اکسیداسیون , در نامگذاری تمام ترکیبات شیمیائی , همیشه مفید و ممکن و آسان نیست . راه دیگر برای نامگذاری ترکیبهای کووالانی دوتائی , بکار بردن پیشوندهای عددی یونانی است . و میدانیم **ترکیبهای دو تائی تنها از دو عنصر تشکیل یافته اند** و نام آنها بشرح زیر دارای دو قسمت است :

۱ _ کلمه اول جسم شیمیائی دوتائی ع شامل سه قسمت است : الف _ یک پسشوند که عده اتمهای عنصر دوم را تعیین می کند . ب _ **ریشه** نام عنصر دوم . ج _ پسوند , **اید** که مخصوصا نشان می دهد که جسم دو عنصری است .

۲ _ کلمه دوم نام جسم شیمیادی دوتائی دارای دو قسمت است : الف _ یک پیشوند که عده اتمهای عنصر اول فرمول را تعیین می کند . ب _ نام عنصر اول فرمول جسم بنابراین CO را مونواکسیدکربن می نامیم . و چون تنها یک اتم کربن در فرمول وجود دارد برای نام کربن که عنصر اول فرمول است , به پیشوند احتیاجی نیست و پیشوند مونو در کلمه اول نام , برای این است که

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

معلوم شود تنها یک اتم اکسیژن است و پس از آن دنباله اید ide گفته می شود .

بهمین طریق CO2 را دی الکسید کریتن می خوانیم . پیشوند **تری** برای سه و **ترا** برای چهار و **پنتا** برای پنج بکار می رود . این پیشوندهغ با کلمه اول و دوم نام اجسام بکار می روند برای مثال SLCl3 را تری کلرید آنتیمون و CCl4 را تتراکلرید کربن و As2S5 را پنتاسولفید دی ارسنیک می نامند .

معنای فرمول شیمیائی :

نوشتن فرمولهای شیمیائی را برای بسیاری از اجسام شیمیائی یاد گرفتیم و برای اینکار از آنچه درباره بارالکتریکی یونهای تشکیل دهنده آنها آموخته ایم بهره گرفتیم . وقتی می دانیم که اجسام بصورت مولکول ساده هستند , فرمول آنها یک مولکول جسم را نشان می دهد و بفرمول مولکولی معروف است . برای مثال وقتی فرمول ساختمانی جسم معلوم نباشد یا بدانیم که این جسم نمی تواند فرمول ساده تری داشت باشد , می گوئیم : فرمول ساده ترین نسبت عدد ی اتمهای عناصر مرکب کننده را نشان می دهد . در اینصورت فرمول را **ساده ترین فرمول یا فرمول تجربی** می خوانیم .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بگذارید چند فرمول شیمیائی را امتحان کنیم تا معنای این مطلب را کاملا بدانیم . فرمول آب یک جسم مرکب , H_2O است . این فرمول مولکولی , **یک مولکول** آب را معرفی می کند و نشان می دهد که هر مولکول آب از دو اتم هیدروژن و یک اتم آب ساخته شده است .

چون وزن اتمی هیدورژن ۱/۰ و وزن اتمی اکسیژن ۱۶/۰ است معنای این فرمول مولکولی آنست که : **وزن فرمولی آب ۱۸ است** [۱۸= ۱۶+ ۲ * ۱] .

وزن فرمولی هر جسم مرکب برابر حاضل جمع وزن اتمی های تمام اتمهای موجود در فرمول است .

فرمول تجربی کلریدسدیم نمک طعام NaCl است . این جسم , جسم جامد بلورینی است که فرمول مولکولی ساده تری ندارد و یونهای سدیم و کلر بترتیب بسیار منظمی در آن قرار گرفته اند و این فرمول تجربی عده نسبی اتمهای هر یک از عناصر موجود در ترکیب سدیم وکلر را بیان می کند و نشان می دهد که برای هر اتم سدیم یک اتم کلر یا برای هر ۲۳ گرم سدیم , ۳۵/۵ گرم کلر موجود است . یعنی وزن فرمولی کلریدسدیم برابر ۵۸/۵ = ۳۵/۵ + ۲۳ است .

وزن مولکولی :

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

دیدیم که فرمول مولکولی بر یک مولکول از جسم دلالت دارد چون H_2O یک فرمول مولکولی است و یک مولکول آب را معین می کند وزن فرمولی آب ۱۸ , وزن نسبی **یک مولکول** آب است **و وزن فرمولی یک جسم شیمیائی مولکولی وزن مولکولی** آن است .

بمعنای دقیق تر , درست نیست که از وزن مولکولی بر یک جسم غیر مولکولی مانند کلریدسدیم که بیک فرمول تجربی نشان داد ه شده است صحبت کنیم . عبارت **وزن فرمولی** کلی تر از اصطلاح **وزن مولکولی** بکار می رود و شیمی دانان وزن فرمولی را ترجیح می دهند . هر چند هردو را بجای یکدیگر بکار می برند , و در محاسبات تجزیه شیمیائی عنصری فرق گذاشتن بین آنها معنی ندارد .

وزن فرمولی یک جسم مرکب :

اگر بخواهید وزن مجموع کلاس شیمی تان را بدانید , باید وزن تمام اجزاء و افراد کلاس را باهم جمع کنید . همین طور برای محاسبه وزن فرمولی هر جسمی که فرمول آن بشما داده شده است , باید وزن اتمی های تمام عناصر موجود در مولکول را در عده خودشان ضرب کرده و حاصل ضربها را جمع کنیم .

برای مثال فرمول قند نیشکر $C_{12}H_{22}O_{11}$ را حساب می کنیم :

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

عده اتمها	وزن اتمی	وزن مجموع
۱۲C	۱۲/۰	۱۲*۲ = ۱٤٤/۰
۲۲ H	۱/۰	۲۲*۱ = ۲۲/۰
۱۱ O	۱٦/۰	۱۱*۱٦ = ۱۷٦/۰
وزن فرمولی (وزن مولکولی)		۳٤۲/۰

فرمول هیدروکسید کلسیم $Ca(OH)_2$ است وزیر نویس ۲ که زیر پرانتز نوشته می شود نشان می دهد که دو بنیان OH که در فرمول هست Ca ترکیب شده است .

عده اتمها	وزن اتمی	وزن مجموع
۱ Ca	٤۰/۱	۱*٤۰/۱ = ٤۰/۱
۲ O	۱٦/۰	۲*۱٦ = ۳۲/۰
۲ H	۱/۰	۲*۱/۰ = ۲/۰
وزن فرمولی		۷٤/۱

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

گاهی آسانتر است که در تعیین وزن فرمولی این قبیل اجسام , بجای آنکه مثلا H_2O را جداگانه حساب کنیم عده بنیانهائی مانند OH را باهم به حساب بیاوریم .

۱ Ca با جرم اتمی ۴۰/۱ = ۴۰/۱

۱*۴۰/۱

۲ OH با وزن ۱۷ = ۳۴/۰

۲*۱۷/۰

وزن فرمولی ۷۴/۱

وزن اتمی های عناصر وزن های نسبی بر مبنای C -۱۲ است که برای آن ۱۲ بطور کامل و دقیق پذیرفته شده است . در بررسی مقداری واکنشهای شیمیائی , وزن اتمی ها و وزنهای فرمولی کاملا قابل استفاده هستند و استعمال این اعداد نسبت وزنی عناصر یا اجسام مرکبی را که بر هم اثر می کنند یا ترکیب می شوند بما می گویند . و ما می توانیم این وزنهای نسبی را بهر واحدی که بخواهیم تبدیل کنیم . بنابراین فرمولها در محاسبات شیمیائی نهایت اهمیت را دارند .